

## УНИВЕРСИТЕТСКАЯ НАУКА 2014, МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

лью в процессе её выплавки. Из растворённых в стали газов – кислорода, водорода, азота – наиболее сильное влияние на свойства и служебные характеристики оказывает водород.

*Цель работы* – изучение гидродинамики и массообмена между жидкостью и газом, при продувке в режиме прямо- и противотока, а также разработка нового процесса обработки стали аргоном с целью дегазации.

Расход газа на дегазацию расплава можно определить по формуле:

$$V = \frac{9}{\dot{\eta}} \left( \frac{1}{H_K} - \frac{1}{H_H} \right);$$

где  $V$  – расход аргона,  $\text{нм}^3/\text{т}$ ;  $\dot{\eta}$  – КПД продувки;  $[H]_K$  и  $[H]_H$  – начальное и конечное содержание водорода в стали,  $\text{см}^3/\text{т}$ .

Были выведены расчётные и экспериментальные данные

$$\dot{\eta} = 0,49 - 0,76$$

при дегазации раскисленного металла и

$$\dot{\eta} = 0,49 - 0,76$$

при дегазации нераскисленного металла.

При продувке металла аргоном удаление азота нестабильно и зависит от состава стали, её температуры и др.

Разработаны рекомендации, по устранению недостатков, а именно, использование противоточного подвода металла и газа.

## К ВОПРОСУ О ПОРИСТОСТИ ОГНЕУПОРНЫХ ПОКРЫТИЙ ПРИ ФАКЕЛЬНОМ ТОРКРЕТИРОВАНИИ КОНВЕРТЕРОВ

П. С. Харлашин, профессор, д-р. техн. наук, Н. О. Чемерис, аспирант, В. О. Синельников, ст. лаб., ГВУЗ «ПГТУ»,  
Д. В. Терзи, инженер «Энергосталь» г. Харьков

При использовании торкрет-масс, в состав которых введён коксовый порошок (20–30%), образуются покрытия с повышенной пористостью, снижающей их стойкость.

*Цель работы* – изучение плотности образцов покрытий и анализ причин их высокой пористости.

Во время двух кампаний конвертеров, при незапланированных суточных остановках, после торкретирования футеровку охлаждали естественным путём и из различных её участков отбирали образцы свеженанесённого покрытия. Состав торкрет-массы, её расход, длительность торкретирования и площадь торкретируемых участков в обоих случаях были приблизительно одинаковы. В первом случае тор-

кретировали кирпичную смолодоломитомagneзитовую футеровку, во втором – поверхность покрытия, нанесённого на 3 плавки перед останковкой и новым торкретированием. Кроме того, отбирали ошлакованные образцы старых покрытий, служивших от 4-х до 100-а плавков под слоями новых покрытий, периодически наносимых по технологии слой на слой.

Образцы свеженанесённых покрытий в изломе имеют слоистую структуру в основном двух типов, различающихся по цвету и плотности. В основной массе (70–90%) структура крупнопористая, размеры пор достигают 5 мм, цвет образцов – тёмно-серый до чёрного. Рабочая зона в огнеупорах СМД отсутствует. Она частично оплавилась в начальный период торкретирования и стекла с футеровки, а частично растворилась в объёме нанесённого покрытия. Часто на границе покрытия с огнеупором СДМ располагаются трещины, которые иногда разрывают агрегатные зёрна периклаза. Эти трещины вызваны глубоким охлаждением конвертера после остановки.

В образцах покрытий после службы в конвертере в течении четырёх плавков визуальнo и под микроскопом прослеживаются две основные зоны: рабочая и изменённая. Изменённая зона старых покрытий, как и свеженанесённых, включает пористые и плотные участки.

Оценка стойкости покрытия должна делаться с учётом размеров торкретируемой площади. Расчёты по фактическим данным завода им. Ильича показали, что количество минеральной части торкрет-массы расходуемое на одну плавку прироста стойкости в расчёте на 1 м<sup>2</sup> площади, больше чем в 1,3 раза, чем расход огнеупорных изделий на 1 плавку без торкретирования.

Время полёта  $\tau_n$  основной массы частиц кокса от сопла торкрет-фурмы до поверхности футеровки при её максимальном диаметре около 6 м составляет менее 0,1 с. Время воспламенения  $\tau_g$  частиц кокса в среде с 98% кислорода при 1400 К не менее 0,3 с. Поэтому кокс воспламеняется и сгорает уже попав на футеровку.

Толщина слоя торкрет-массы на торкретируемой поверхности  $\delta$ , мм, под которым начинают гореть частицы кокса, определяется по формуле

$$\delta = \frac{B\eta(\tau_A - \tau_I)}{Fgk} \cdot 10^3,$$

где  $B$  – расход торкрет массы,  $B = 7 \text{ кг/с}$ ;  $\eta$  – эффективность торкретирования,  $\eta \approx 0,9$ ;  $F$  – поверхность, торкретируемая в данный момент времени,  $F \approx 5 \text{ м}^2$  при расстоянии от сопла до торкретируемой поверхности не более 6 м и угле раскрытия изотермической струи газа 22 – 24°;  $g$  – насыпная масса торкрет-массы,  $g = 1,4 \text{ г/см}^3$ ;  $k$  – коэффициент

уплотнения при припекании частиц периклаза, т.е. в начальной стадии формирования покрытия (принимая  $k = 1,5$ ).

Таким образом, покрытия, полученные при факельном торкретировании футеровки конвертеров с использованием в качестве топлива коксового порошка, имеют повышенную пористость, увеличивающую их износ. Поры образуются на месте сгорающих в покрытии частиц кокса, так как время их воспламенения больше, чем время полёта от сопла футеровки.

## К МЕТОДИКЕ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ПЛАВЛЕНИЯ ПРЕССПАКЕТОВ В ЖИДКОЙ ВАННЕ

В. М. Бакланский, доц., к.т.н., В. Я. Бакст, доц., к.т.н.,  
А. Н. Яценко, ст. препод., ГВУЗ «ПГТУ»

Имеется значительное число литературных источников, описывающих основные закономерности расплавления стального лома традиционной геометрической формы. Аналитические выражения, полученные Е. А. Капустиным и М. Я. Меджибожским с достаточной точностью позволяют определить линейную скорость и продолжительность плавления твердого лома.

Применительно к пресспакетам подобные исследования практически отсутствуют. Прогнозируя увеличение доли пакетированного лома, теоретические и экспериментальные изучения в этом направлении весьма актуальны.

Горячее моделирование плавления пресспакетов в лабораторных условиях выполнили на индукционной печи ИСТ-006, где синтетический чугун содержит до 3,15% С при температуре 1440-1580 °С.

Образцы пресспакетов из стружки малоуглеродистой стали изготавливали на специальной прессформе с определенной плотностью материала. Была предусмотрена возможность извлечения остатков пакетов через фиксированные промежутки времени.

Получены аналитические выражения, описывающие особенности расплавления образцов, показано, что известные классические выражения неприменимы вследствие того, что в этом случае слой материала пакета контактирует со слоем расплава.

Расчетным путём получены величины поправочных коэффициентов, применение которых позволяет с достаточной точностью производить необходимые вычисления.

Разработана пространственная (объёмная) модель строения пакета, учитывающая плотность материала, средний его фракционный состав, даны примеры расчета параметров теплового и регулярного